



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Pat ntschrift**
⑩ **DE 198 13 121 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 01 J 19/10
B 26 D 7/26
B 26 F 3/00
B 29 C 37/00

②① Aktenzeichen: 198 13 121.6-45
②② Anmeldetag: 25. 3. 98
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 10. 99

DE 198 13 121 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
Eduard Küsters Maschinenfabrik GmbH & Co. KG,
47805 Krefeld, DE

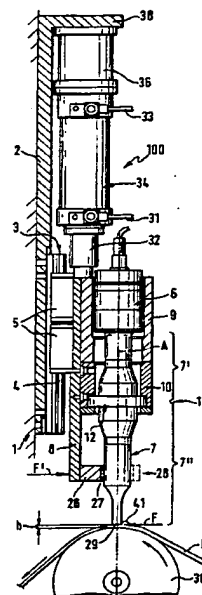
⑦④ **Vertreter:**
Palgen und Kollegen, 40239 Düsseldorf

⑦② **Erfinder:**
Funger, Bernhard, 47839 Krefeld, DE; Hader, Peter,
47906 Kempen, DE; Kubik, Klaus, 47918 Tönisvorst,
DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
DE 1 95 13 246 C2

⑤④ **Vorrichtung zum Bearbeiten einer Materialbahn mit Ultraschall**

⑤⑦ Eine Vorrichtung (100) zum Bearbeiten einer kontinuierlich vorlaufenden Materialbahn (M) mit Ultraschall umfaßt einen Ultraschallerzeuger (6) und eine mit diesem in ultraschallübertragender Weise fest verbundene Sonotrode (7). Die Sonotrode hat eine Stirnseite (29), die einer Gegenwalze (30) gegenübersteht. Durch den Spalt wird die zu bearbeitende Materialbahn (M) hindurchgeführt. Die aus dem Ultraschallerzeuger (6) und der Sonotrode (7) bestehende Baugruppe ist mit dem Maschinengestell über einen piezoelektrischen Aktor (36) verbunden, mittels dessen kleine Verlagerungen der Stirnseite (29) der Sonotrode gegenüber der Umfangsfläche der Gegenwalze (30) ausgeglichen werden können.



DE 198 13 121 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung der dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entsprechenden Art.

Die Bearbeitung besteht beispielsweise in der Verfestigung eines aus thermoplastischen Fasern bestehenden Vlieses durch stellenweise Verschmelzung der Fasern. Um zu einem optimalen Bearbeitungseffekt, d. h. zu einer ausreichenden Faserbindung ohne Lochbildung, zu kommen, bedarf es einer sehr genauen Einhaltung des Abstandes zwischen der Sonotrode und dem Gegenwerkzeug bzw. der Hüllfläche des gegebenenfalls auf diesem angebrachten Reliefs.

Aus diesem Grund ist bei der aus der DE 195 26 354 C1 bekannten Vorrichtung ein Sensor vorgesehen, der die Spalthöhe zwischen der Sonotrode und dem Gegenwerkzeug erfaßt und mit dessen Signal der Abstand geregelt wird. Die exakte und zuverlässige Erfassung der Spalthöhe ist jedoch ein schwieriges Unterfangen und bedarf einer aufwendigen Meßeinrichtung.

Die Einhaltung einer bestimmten Spalthöhe muß so genau erfolgen, da schon Temperaturschwankungen an der Sonotrode und die damit einhergehenden thermischen Ausdehnungen eine erhebliche Rolle spielen. Aus diesem Grund ist bei der Vorrichtung nach der DE 195 13 246 C2 ein die Temperatur der Sonotrode erfassender Sensor vorgesehen, mit dessen Signal die Spalthöhe beeinflusst wird. Auf diese Weise wird aber nur ein Teilaspekt der die Spalthöhe verändernden Größe erfaßt, nämlich nur die temperaturbedingten Verlagerungen.

Wichtige weitere die Spalthöhe im Betrieb beeinflussende höherfrequente Änderungen ergeben sich aus den Rundlauf Fehlern der Gegenwalze, die meist das Gegenwerkzeug bildet, sowie Unregelmäßigkeiten der Materialbahn selbst.

Die Sonotrode wird bei bekannten Ausführungsformen am Umfang von einer Trageinheit umfaßt, die, in Achsrichtung der Sonotrode gesehen, an der Stelle eines Schwingungsknotens angreift. Bei einer weiterentwickelten, dem Oberbegriff zugrundeliegenden Ausführungsform nach Fig. 2 der DE 44 39 284 C2 hat die Sonotrode einen Umfangsflansch und die Trageinheit eine Innenumfangsnut, in die der Umfangsflansch eingreift. Es versteht sich, daß theoretisch die Anordnung auch umgekehrt sein könnte. Zwischen den Flanken des Umfangsflanschs und der Umfangsnut sind elastische Ringe vorgesehen, die die Kopplung der Sonotrode und der Trageinheit in Achsrichtung bedämpfen und die Übertragung von Ultraschallschwingungen dieser Richtung auf die Tragkonstruktion vermindern sollen. Diese elastischen Zwischenglieder fördern allerdings normalerweise wieder die Entstehung von Schwingungen, die die definierte Einwirkung der Schwingungen des Ultraschallgenerators stören.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einhaltung eines gleichmäßigen Bearbeitungseffektes zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 wiedergegebene Erfindung gelöst.

Durch die Einstellbarkeit der axialen Vorspannkraft der Ringe kann eine Anpassung des Schwingungsverhaltens herbeigeführt werden, die bei gegebenen Umständen (Art der Materialbahn, Arbeitsgeschwindigkeit, Schweißen oder Schneiden) ein optimales Betriebsverhalten der Vorrichtung zu erreichen gestattet.

Die Einstellung der Vorspannkraft kann in der in Anspruch 2 wiedergegebenen Weise verwirklicht werden, wobei die Ansprüche 3 und 4 auf Einzelheiten der baulichen Ausführung gerichtet sind.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfin-

dung dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung, teilweise im Vertikalschnitt;

Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Wiedergabe des Einspann-
bereichs der Sonotrode;

Fig. 3 zeigt eine schematische Wiedergabe einer Ausführungsform der Kolben/Zylindereinheit für die Anstellung der Sonotrode;

Fig. 4 zeigt ein Diagramm zu bekämpfender Schwingungen im Spalt;

Fig. 5 zeigt alternative Möglichkeiten der keilförmig aufklaffenden Anordnung der Stirnseite der Sonotrode.

Die in Fig. 1 als Ganzes mit 100 bezeichnete Vorrichtung dient zum Verfestigen einer Materialbahn M aus einem Vliesmaterial aus thermoplastischen Fasern. Die Vorrichtung 100 umfaßt eine am Maschinengestell 1 befestigte vertikale Tragplatte 2, an der im unteren Bereich eine vertikale Geradföhrung 3 mit an der Tragplatte 2 befestigten Schienen 4 und damit zusammenwirkenden Geradföhrungselementen 5 vorgesehen ist, an denen die Ultraschallerzeugungseinheit 6 und die Sonotrode 7 vertikal verschiebbar sind. Die Geradföhrungselemente 5 greifen an einer vertikalen Stützplatte 8 an, an der rohrförmige Gehäuseabschnitte 9, 10 zur Aufnahme des Ultraschallgenerators 6 bzw. des oberen Teils der Sonotrode untergebracht sind. Der Ultraschallgenerator 6 und die Sonotrode 7 sind mit den Gehäusen 9, 10 nur an einer Stelle 11 verbunden, an der sich ein Schwingungsknoten befindet. In diesem Bereich ist ein als Ganzes mit 12 bezeichneter Haltering vorgesehen, der am unteren Ende des Gehäuses 10 radial und insbesondere axial festgelegt ist.

Der Haltering 12 ist in Fig. 2 in einem durch die Achse der Sonotrode 7 gehenden Längsschnitt dargestellt. Die Sonotrode 7 hat einen oberhalb des Schwingungsknotens bei 11 gelegenen Abschnitt 7' und einen unterhalb des Schwingungsknotens gelegenen Abschnitt 7". Im Bereich des Schwingungsknotens bei 11 besitzt die Sonotrode 7 einen Umfangsflansch 13. Der Haltering 12 umgreift die Sonotrode 7 im Bereich des Umfangsflanschs 13 und besitzt in dessen Höhe eine Innenumfangsnut 14, in die der Umfangsflansch 13 radial eingreift. Die axial gerichteten Flanken 15, 16 der Innenumfangsnut 14 liegen nicht an den entsprechenden Flanken 17, 18 des Umfangsflansches 13 an, sondern sind durch elastische Ringe 19, 20 von diesen getrennt, die dafür sorgen, daß die aus dem Ultraschallgenerator 6 und der Sonotrode 7 bestehende Baueinheit gedämpft in dem Gehäuse 10 abgestützt ist, so daß sich die axialen Schwingungen der Sonotrode 7 nur in verringertem Maß auf das Gehäuse 10 übertragen.

Die durch die Ringe 19, 20 gegebene Schwingungskopplung kann je nach der axialen Vorspannkraft, der die Ringe 19, 20 ausgesetzt sind, beeinflußt werden. Dies geschieht bei der Ausführungsform nach Fig. 2 dadurch, daß der Haltering 12 aus zwei Teilen 12' und 12" besteht, von denen das einen etwa Z-förmigen Querschnitt aufweisende Teil 12" mit der "Grundfläche" 43 des "Z" nach Art eines Kolbens in dem einen Zylinder 44 bildenden Teil 12' geföhrt ist. Die beiden Teile können sich also axial gegeneinander verlagern. Jedes der Teile 12', 12" besitzt einen inneren Absatz, an dem die Flanken 15, 16 zur Zusammendröckung der Ringe 19, 20 gebildet sind. Die Absätze bilden zusammen die Innenumfangsnut 14. Auf der oberen Stirnseite des Teils 12' ist ein ringförmiger Deckel 21 dicht angebracht, der sich mit seinem Innenumfang 45 bis vor die zu der Achse A der Sonotrode 7 konzentrische Zylinderfläche 22 des im Querschnitt etwa Z-förmig ausgebildeten Teils 12" erstreckt und dieser gegenöber mittels einer Dichtung 47 abgedichtet ist. Auf diese Weise ist zwischen den Teilen 12' und 12" des Halterings 12 ein ringförmiger Zylinderraum 23 gebildet,

der über eine nur angedeutete Zuleitung 24 mit Druckflüssigkeit füllbar ist. Dadurch können die beiden Teile 12', 12" zusammengedrückt werden, wobei die elastischen Ringe 19, 20 je nach der Zusammendrückung variabel vorgespannt werden. Dadurch können die Kopplung der Sonotrode 7 an das Gehäuse 10 und das Schwingungsverhalten der Sonotrode 7 in einem gewissen Grade beeinflusst werden.

Die Stützplatte 8 steht nach unten über den Haltering 12 ein beträchtliches Stück vor und besitzt an ihrem unteren Ende einen gegen die Sonotrode 7 gerichteten Stützbock 26, an welchem die Sonotrode 7 einseitig über ein Gleitstück 27 anliegt. Der Stützbock 26 erfaßt die Sonotrode so weit unten, wie es konstruktiv möglich ist. Er liegt im Bereich eines weiteren Schwingungsknotens 28, der der arbeitenden Stirnfläche 29 der Sonotrode benachbart ist.

Diese Stirnfläche 29 liegt einem Gegenwerkzeug in Gestalt einer umlaufenden Gegenwalze 30 mit geringem Abstand gegenüber. Die Gegenwalze 30 trägt ein Relief, dessen Muster das Verfestigungsmuster bestimmt.

Zwischen der Stirnfläche 29 der Sonotrode 7 und dem Umfang der Gegenwalze 30 wird die Materialbahn M hindurchgeführt, die aus dem erwähnten Vlies aus thermoplastischen Fasern bestehen kann. Durch die hochfrequenten Kompressionen, die das Material zwischen den Scheiteln des Reliefs der Gegenwalze 30 und der Stirnseite 29 der Sonotrode 7 erfährt, kommt es zu lokalen Temperaturerhöhungen bis zur Erweichung der thermoplastischen Fasern. Wenn es nur um eine Verfestigung eines Vlieses geht, muß die Erwärmung so dosiert werden, daß gerade ein Zusammenschmelzen der Fasern erfolgt, jedoch Durchbrüche in dem Material vermieden werden. Bei entsprechender Steuerung des Energieeintrags über die Sonotrode 7 können solche Durchbrüche aber auch bewußt herbeigeführt werden, d. h. es kann nach dem Verfahren auch gelocht oder geschnitten werden. Der Energieeintrag, dem eine bestimmte Stelle der Materialbahn für die kurze Zeit des Passierens des Spalts zwischen der Sonotrode 7 und der Gegenwalze 30 ausgesetzt ist, ist also für den Bearbeitungseffekt durchaus kritisch. Dieser Energieeintrag hängt auch von der in dem Spalt herrschenden Kraft zwischen der Stirnseite 29 der Sonotrode 7 und der Gegenwalze 30 ab. Es ist plausibel, daß sich die Wirkungen der Ultraschallschwingungen umso stärker bemerkbar machen, je fester die Materialbahn M in dem Spalt zusammengedrückt wird.

Die Stützplatte 8, die den Ultraschallgenerator 6 und die Sonotrode 7 trägt, ist an der Geradföhrung 3 vertikal beweglich. Sie wird vertikal über eine Kraftmeßdose 32 von einer Kolben/Zylindereinheit 34 gehalten, die über die Zuleitungen 31, 33 mit einem fluiden Medium versorgt wird und die ihrerseits an einem piezoelektrischen Aktuator 36 sitzt, der mit seinem oberen Ende an einer Abwinklung 38 der Tragplatte 2 angebracht ist. Diese Verbindung ist die einzige Verbindung der Teile 8, 32, 34, 36 mit der Tragplatte 2.

Die Kraftmeßdose 32 erfaßt die Kraft, mit der die Sonotrode 7 in dem Spalt zwischen der Stirnseite 29 der Sonotrode 7 und der Gegenwalze 30 auf die Materialbahn M gedrückt wird, und dient zur Steuerung dieser Kraft. Die Kolben/Zylindereinheit 34 dient zur Ausführung von Anstellbewegungen. Zur Vermeidung von Stick-Slip-Effekten kann, wie es in Fig. 3 schematisch angedeutet ist, der Kolben 35 der Kolben/Zylindereinheit 34 über eine Rollmembran 46 abgedichtet sein. Außerdem können der Kolben/Zylindereinheit 34 Dämpfungsglieder 37 mit je einer Drossel 48 und einem Druckspeicher 39 zugeordnet sein, um zu vermeiden, daß durch Stöße auf die Sonotrode achsparallele Schwingungen entstehen können.

Die an der Kraftmeßdose 32 gemessenen Veränderungen der Kraft in dem Spalt an der Stirnseite 29 der Sonotrode

sind ein Indiz dafür, daß dieser Spalt zu eng bzw. zu weit ist. Die gemessenen Kraftänderungen können dazu verwendet werden, den piezoelektrischen Aktor 36 anzusteuern, der ein ziemlich hochfrequentes Stellglied darstellt, welches mit ganz kurzen Stellzeiten Verlagerungen in der geforderten Größenordnung von einigen hundertsteln oder wenigen zehntel Millimetern zustande bringt. Auf diese Weise können der Spalt an der Stirnseite 29 auf einer Höhe h und damit auch die Einwirkung auf die Materialbahn M konstant gehalten werden.

Die Spalthöhe kann zum Beispiel durch einen Rundlauffehler der Gegenwalze 30 periodisch größer und kleiner werden, wie es aus Fig. 4 ersichtlich ist. Die Wellenlänge t' entspricht einer Umdrehung der Gegenwalze 30. Der zeitliche Verlauf der Spalthöhe h ist durch die Kurve 40 wiedergegeben, soweit er auf den Rundlauffehler zurückzuführen ist. Die gleichmäßige Wellenbewegung 40 aufgrund des Rundlauffehlers ist überlagert von höherfrequenten Störungen, die aus Ungleichmäßigkeiten der Dicke und Zusammendrückbarkeit der einlaufenden Materialbahn M herrühren. Die sich ergebende tatsächliche Kurve 40' kann zumindest teilweise mit Hilfe des piezoelektrischen Aktors 36 ausgeregelt werden. Mit Hilfe des Aktors kann auch eine Stör- oder Gegenfrequenz aufgeschaltet werden, die das Gesamtsystem schwingungstechnisch neutralisiert.

Wie in Fig. 1 übertrieben dargestellt ist, bildet sich an der auf der Einlaufseite gelegenen Kante der Stirnfläche 29 eine Art Wulst 41, der zu einer Kraft F in Laufrichtung der Materialbahn M auf das vordere Ende der Sonotrode 7 senkrecht zu dieser Anlag ist. Diese Kraft F soll durch die Gegenkraft F' an dem Abstützpunkt 26 abgefangen werden, damit es nicht zu Biegeschwingungen des frei vorstehenden unteren Endes der Sonotrode 7 kommt.

Die Kraft F kann aber auch durch geeignete Gestaltung des vorderen Endes der Sonotrode 7 vermindert werden.

Gemäß Fig. 5a ist die Stirnseite 29 der Sonotrode 7 gegen die einlaufende Materialbahn M hin auflaffend unter einem Winkel α zur Horizontalen abgeschrägt, so daß ein keilartiges Einlaufmaul 42 gebildet ist. Die Wirkung kann auch erzielt werden, wenn gemäß Fig. 5b die Sonotrode mit ihrer Achse A nicht durch die Achse der Gegenwalze 30 geht, sondern bei zu der Achse A senkrechter Stirnfläche 29 unter einem Winkel β zur Vertikalen schräg steht. Auch hierbei ergibt sich ein auflaffendes Einlaufmaul 42, welches die Bildung von Wulsten 41 gemäß Fig. 1 verhindert. Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 5c ist das Einlaufmaul 42 erreicht, indem die Sonotrode 7 aus der durch die Achse der Gegenwalze 30 gehenden Ebene um den Betrag X gegen die einlaufende Materialbahn M versetzt ist. Auch hierbei ergibt sich ein Einlaufmaul, welches querkraftfördernde Wulste 41 nach Fig. 1 zu verhindern in der Lage ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Bearbeiten einer kontinuierlich vorlaufenden Materialbahn (M), mit einem eine Sonotrode (7) aufweisenden Ultraschallgenerator (6), mit einem der Stirnseite (29) der Sonotrode (7) gegenüberliegenden Gegenwerkzeug (30), mit Mitteln zum Hindurchführen der Materialbahn (M) durch den Spalt zwischen der Sonotrode (7) und dem Gegenwerkzeug (30), mit einem an der Sonotrode (7) im Bereich eines Schwingungsknotens (11) angeordneten Umfangsflansch (13), der in eine Umfangsnut (14) eines die Sonotrode (7) umgreifenden Halterings (12) eingreift und über zwischen den Flanken (15, 16) der Umfangs-

nut (14) angeordnete elastische Ringe (19, 20) mit dem Haltering (12) zusammenwirkt, und mit einem Antrieb (34) zum Anstellen der Sonotrode (7) gegen das Gegenwerkzeug, **dadurch gekennzeichnet**, daß die axiale Vorspannkraft der Ringe (19, 20) einstellbar ist. 5

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine hydraulische oder pneumatische Kolben/Zylindereinheit (12', 12'', 23) vorgesehen ist, mittels derer die Ringe (19, 20) axial zusammenpreßbar sind. 10

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltering (12) aus zwei Teilen (12', 12'') besteht, von denen der Teil (12') einen inneren Absatz, der die eine Flanke (16) der Umfangsnut (14) bildet, sowie einen Zylinder (44) enthält, in welchem der einen inneren Absatz, der die andere Flanke (15) der Umfangsnut (14) bildet, aufweisende andere Teil (12'') des Halterings (12) geführt ist, und daß der Teil (12') auf der der Flanke (15) abgewandten Stirnseite unter dem hydraulischen oder pneumatischen Druck steht. 15 20

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Teil (12'') einen etwa Z-förmigen Querschnitt aufweist und einer der Schenkel des "Z" eine äußere zu der Achse (A) der Sonotrode (7) konzentrische Zylinderfläche (22) bildet und daß auf der oberen Stirnseite des Teils (12'') ein ringförmiger Dekkel (21) dicht angebracht ist, der sich mit seinem Innenumfang (45) bis vor die Zylinderfläche (22) erstreckt und dieser gegenüber abgedichtet ist, so daß ein Zylinderraum (23) gebildet ist, der über eine Leitung (24) mit Druckflüssigkeit oder Druckluft füllbar ist. 25 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 4

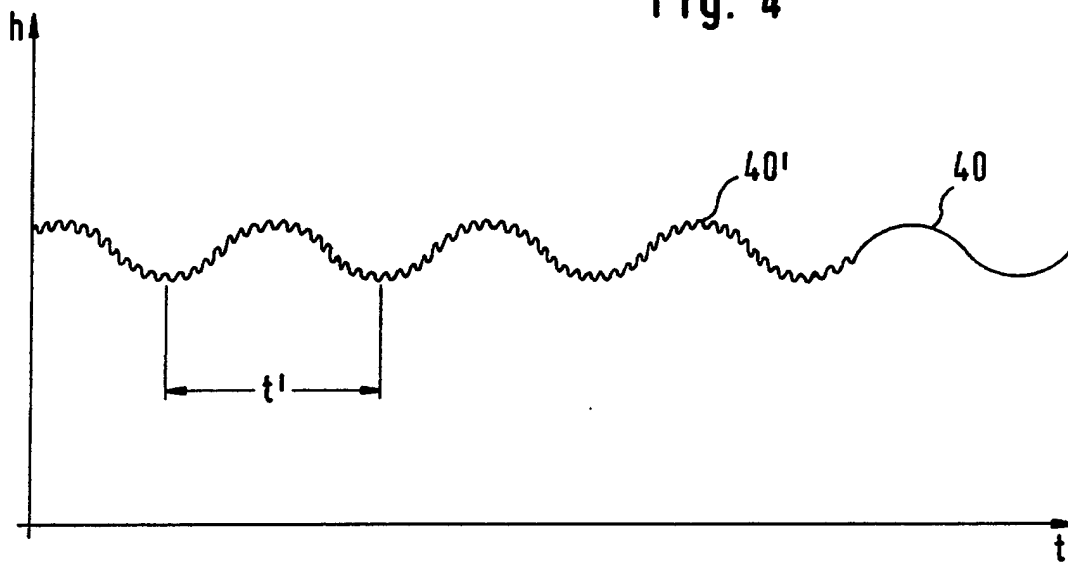


Fig. 5a

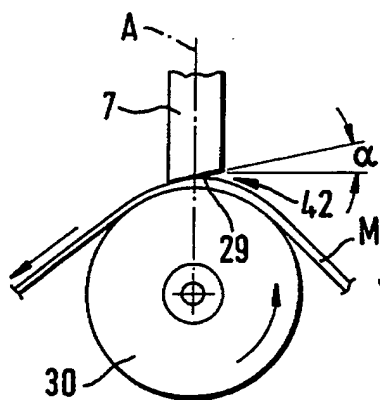


Fig. 5b

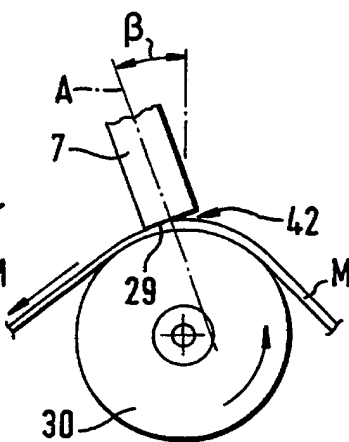


Fig. 5c

